

Ludovico Geymonat

**La tecnica nel Quattrocento
Leonardo da Vinci**



La tecnica nel Quattrocento. Leonardo da Vinci

I. SGUARDO PANORAMICO AI VARI PROGRESSI DELLA TECNICA

Il risveglio della tecnica nel mondo occidentale risale, come è ben noto, al medioevo. Ma il Quattrocento vede senza dubbio un rapido moltiplicarsi delle ricerche tecniche e soprattutto degli sforzi per applicare i nuovi ritrovati a tutte le attività della vita civile.

Così per esempio l'arte della lana poté trarre notevoli vantaggi dai perfezionamenti meccanici apportati ai telai: un nuovo tipo di essi, il cosiddetto «telaio a tirella» è descritto in un codice quattrocentesco fiorentino dal titolo *Trattato dell'arte della seta* di autore anonimo.

Sempre nuove tecniche vennero pure introdotte nella lavorazione del vetro (concentrate a Murano). E dovevano essere molto preziose, se il governo di Venezia sentì l'esigenza di provvedere con severità a sorvegliarne la segretezza.

È risaputo che già nel Trecento aveva cominciato a diffondersi sulle navi l'uso del timone (comparso sui mari del nord alla fine del XIII secolo); furono però i successivi perfezionamenti di tale utilissimo dispositivo di guida e lo sviluppo delle velature a provocare un'autentica rivoluzione della navigazione. Intanto i progressi della carpenteria rendevano possibile la costruzione di navi da guerra e da trasporto di dimensioni sempre maggiori. Nel contempo si rinnovavano e perfezionavano gli strumenti di bordo: la bussola (già in uso, probabilmente, fin dal XII secolo), il solcometro per la misura delle distanze in navigazione (un nuovo tipo di solcometro fu ideato da Leon Battista Alberti), il batometro per la misura delle profondità, l'astrolabio marittimo (il cui uso è per la prima volta registrato in un documento del 1481), ecc. È sulla base di tutti questi piccoli e grandi progressi tecnici che, a partire dalla fine del Quattrocento, i grandi navigatori potranno realizzare le loro storiche imprese.

Anche l'invenzione della polvere da sparo risale, con probabilità, al XIII secolo; certo è che i primi cannoni fanno la loro comparsa nella prima metà del secolo successivo, ma ancora con scarso successo. Perfino nel Quattrocento essi si rivelano, talvolta, più pericolosi per chi li usa che per colui contro il quale vengono usati. Sono stati soprattutto i progressi realizzati dalla metallurgia a rendere possibile il loro graduale perfezionamento. Nel 1412 si cominciarono a fabbricare a Lilla i primi cannoni in ghisa; nella seconda metà del secolo i miglioramenti ottenuti nella fusione del bronzo e del ferro consentono la fabbricazione di pezzi sempre più resistenti. La tecnica della guerra sta per rinnovarsi completamente.

Anche i primi passi della stampa sono resi possibili dai progressi della metallurgia. Se la xilografia era già in uso nel secolo precedente, e l'impressione con tipi mobili era già nota prima del 1440, l'utilizzazione sistematica di questi

tipi si ebbe in Europa solo fra il 1440 e il '50. Sappiamo con certezza che nel 1447 era in funzione a Magonza una tipografia condotta da Hans Gensfleisch detto Gutenberg e da Johannes Fust: fu essa a stampare le prime opere pervenute fino a noi (qualche verso di un poemetto tedesco sul *Giudizio universale* e un *Calendario* per il 1448). Oggi la più avveduta critica storica tende a sminuire la funzione innovatrice dell'invenzione della stampa (scrive per esempio Adriano Carugo: «La stampa, in un primo tempo, fu messa al servizio della tradizione, ossia fu utilizzata come potente strumento per consolidare e diffondere più estesamente verità e nozioni già saldamente acquisite dal sapere tradizionale»); è tuttavia un fatto innegabile che essa costituirà uno dei punti di partenza del mondo moderno.

Gli studi di idraulica compiono, essi pure nel Quattrocento, notevoli progressi, e – come vedremo nelle prossime pagine – sollevano problemi che esigeranno, con sempre maggiore urgenza, una più stretta collaborazione fra tecnica e scienza. Così accadrà anche per la tecnica della progettazione architettonica, a cui dedicheremo, per la sua importanza, un intero paragrafo.

Vogliamo infine accennare al nuovo interesse per la pratica del calcolo aritmetico, che sorge dal diffondersi del commercio e dalla importanza sempre maggiore assunta dai problemi amministrativi. È assai sintomatico che il primo libro di matematica cui spettò l'onore della stampa – l'*Aritmetica di Treviso* del 1478 – fu proprio un manuale didattico specialmente rivolto agli apprendisti del commercio, e cioè – come scrive l'anonimo autore – «ad alchuni zovani a mi molto dilectissimi; li quali pretendevano a dover voler fare la merchandantia.»

Il carattere tecnico-pratico di questi studi determinò il formarsi, nel Quattrocento, di una interpretazione della matematica completamente diversa da quella che nei medesimi anni era sostenuta dai platonici del gruppo fiorentino, come fondamento della loro concezione del mondo. Abbiamo accennato, alla fine del capitolo precedente, alla simultanea presenza delle due antitetiche interpretazioni in Luca Pacioli; e vedremo, parlando fra poco di Leonardo da Vinci, che anche in lui si possono trovare tracce dell'una e dell'altra. Leonardo, però, saprà elevare la matematica pratica ad un nuovo più alto livello riprendendo la via che era stata aperta nell'antichità dal grande Archimede.

II . NUOVE ISTANZE CULTURALI PROVENIENTI DALLO SVILUPPO DELLA TECNICA

Singularmente prese, le innovazioni tecniche menzionate nel paragrafo precedente non potevano avere un effettivo peso culturale. Tutte insieme, però, esse sono riuscite a creare nella società del Quattrocento un nuovo ambiente, che ben presto fu in grado di porre alla cultura dell'epoca nuovi problemi fortemente stimolanti.

Riassunta in poche parole, la situazione era questa: i tecnici, formati nella pratica artigianale, non erano più in grado, da soli, di affrontare e risolvere i problemi che venivano via via aperti dai progressi recentemente conseguiti; d'altra parte la società non poteva tollerare che la soluzione di tali problemi venisse rinviata o comunque rallentata, tanto era ormai chiaro a tutti che la forza degli stati e la ricchezza dei cittadini dipendeva strettamente dai successi della tecnica.

Di qui la necessità di formare una nuova categoria di tecnici, o più propriamente ingegneri, capaci di impostare gli anzidetti problemi in forma più razionale. Ma quale doveva essere la preparazione di questo nuovo tipo di studiosi? Dove avrebbero essi potuto attingere le informazioni delle quali avevano tanto bisogno? Era purtroppo ben evidente che non sarebbero state in grado di fornirgliene né la filosofia ufficiale insegnata nelle università, né quella a indirizzo prevalentemente letterario elaborata dagli umanisti.

Malgrado i suoi limiti intrinseci, l'umanesimo riuscì tuttavia a fornire un ausilio prezioso per colmare la grave lacuna; questo consistette nei testi di scienziati e ingegneri dell'antichità, che i filologi misero a disposizione degli studiosi dell'epoca. «La scoperta di un nuovo testo non era soltanto un fatto di importanza archeologica,» scrive George Sarton, «essa era (o almeno poteva essere) un'aggiunta positiva alle conoscenze che stavano a disposizione degli scienziati o medici contemporanei.» Da questo punto di vista fu soprattutto positiva la conoscenza degli *Elementi* di Euclide e ancor più delle opere di Archimede e di Erone (se è vero che alcuni di tali testi erano già noti ai medievali, vero è pure che la presentazione critica di essi, fatta dai nuovi filologi, ne permetteva uno studio molto più approfondito e completo). La scoperta o riscoperta delle grandi opere scientifiche dell'antichità esercitò un'azione determinante sullo sviluppo della scienza pura e applicata in tutto il rinascimento.

È chiaro comunque che lo studio dei classici non poteva bastare. La soluzione dei difficili problemi sollevati dalla tecnica richiedeva innanzi tutto e soprattutto un nuovo modo di esaminare la natura, non più rivolto a coglierne i principi generali, ma a determinare il corso dei singoli fenomeni, a descriverli esattamente in tutti i loro particolari per poterli riprodurre, controllare e regolare a nostro vantaggio. Gli innumerevoli studi di Leonardo sul volo degli uccelli costituiscono un tipico esempio di questo nuovo modo di osservare la natura.

Senza dubbio, per conseguire qualche effettivo risultato furono necessari molti tentativi, pazienti e accuratissimi, e in taluni casi (come appunto in quello del volo) neanche la tenacia e la genialità di Leonardo riuscirono a realizzare l'intento voluto (che, nel caso citato, era quello di costruire una macchina capace di farei volare). Comunque i successi, sebbene parziali, valevano senza alcun dubbio a compensare le fatiche e spingevano altri studiosi ad avviarsi per la medesima strada. Si formava così, a poco a poco, una nuova categoria di scienziati che porta vano nelle proprie indagini un tipo non tradizionale di interessi: che certamente studiavano a fondo la matematica ma per servirsene subito nelle più varie applicazioni, che osservavano la natura ma non solo per

comprenderla bensì per riprodurla, che leggevano i più difficili testi scientifici ma non disdegnavano di avvalersi della collaborazione dei tecnici, riflettendo seriamente sui risultati della loro modesta ma prolungata esperienza.

È una mentalità nuova, quella ora accennata, che trova senza dubbio un'effettiva rispondenza e un certo appoggio (sia pure indiretto) nel clima creato dagli umanisti, esaltatore dell'uomo attivo e costruttivo. Malgrado questo appoggio, essa incontrerà tuttavia ancora molte resistenze, prima di giungere ad affermarsi in modo definitivo. Alla fine, comunque, riuscirà a prevalere, e la sua vittoria varrà ad introdurre profonde modificazioni nella stessa problematica filosofica, se non altro perché proporrà una nuova concezione del sapere scientifico (come spiegheremo meglio parlando di Galileo).

Per ora vogliamo limitarci a far presente una conseguenza assai più banale e immediata: la favorevolissima ripercussione che il sorgere del nuovo tipo di studiosi ebbe sulla valutazione sociale dello scienziato. Proprio perché lo «scienziato-ingegnere» è capace di fornire qualcosa di concreto alla società, questa è disposta a riconoscere concretamente il suo valore, anche nella retribuzione delle sue prestazioni. Come scrive bene Adriano Carugo «l'ingegnere diventa un personaggio ufficiale, ascende a una posizione di prestigio pari, e talvolta superiore, a quella di cui avevano fino allora goduto il medico e l'astronomo di corte, ed è mantenuto dal principe o dall'amministrazione dello stato per i bisogni del governo e della collettività». Sarà proprio questo prestigio ad attirare alla scienza nuove energie, con indiscutibile vantaggio per il progresso degli studi.

III . PITTURA, ARCHITETTURA E GEOMETRIA

Un discorso del tutto particolare è richiesto dal contatto arte-scienza-tecnica che si realizzò nella pittura e nell'architettura del Quattrocento. È risaputo che queste arti parteciparono direttamente al movimento umanistico di ritorno alla classicità. Ciò che qui occorre sottolineare è che il nuovo stile, elaborato dall'architettura e dalle arti figurative del Quattrocento, richiese un rinnovamento della tecnica (in particolare del disegno) il quale recò un contributo di fondamentale importanza allo sviluppo della scienza geometrica.

Prima di addentrarci in qualche più specifica considerazione sarà opportuno richiamare alcuni nomi.

Filippo Brunelleschi (1377- 1446), sommo architetto dell'epoca, comprese chiaramente l'importanza della prospettiva, non più intesa nel senso medievale di scienza generale della luce, ma nel senso prettamente geometrico che essa conserva anche nei trattati odierni. Introdusse la costante considerazione del cosiddetto «occhio», che compie una funzione essenziale nell'impianto del disegno prospettico.

Di Leon Battista Alberti abbiamo già parlato nel capitolo precedente. Qui basti aggiungere che egli fornisce una prima definizione della prospettiva di un corpo, come intersezione del quadro con la corrispondente superficie visuale. Fra le sue opere di argomento artistico e matematico ricordiamo: *Gli elementi di pittura*, *De re aedificatoria*, e infine i *Ludi matematici*. Quest'ultima è una raccolta di vari problemi, alcuni dei quali di interesse puramente teorico, altri di interesse pratico (è in quest'opera che egli descrive il nuovo solcometro di cui parliamo nel primo paragrafo); anche se non mancano gli errori, la trattazione rivela un notevole acume e una grande cultura scientifica.

Pier della Francesca (1406-1492) può venir considerato il vero teorico della nuova prospettiva. Su di essa compose un trattato dal titolo *De perspectiva pingendi*, che affronta i vari argomenti di questo ramo della geometria con un'ampiezza e profondità veramente esemplari. L'opera fu letta da molti contemporanei, ma non pubblicata fino a tempi recenti. Scrisse pure un libro di geometria pura, *De corporibus regularibus*, che tratta problemi classici di poligoni, poliedri e altre figure piane e solide: è lo scritto utilizzato con molta disinvoltura da Luca Pacioli, come ricordammo nell'ultimo paragrafo del capitolo II.

Albrecht Dürer (1471-1528), uno dei maggiori pittori tedeschi dell'epoca (ma legato all'ambiente italiano) scrisse egli pure un'opera di geometria, con il precipuo scopo di insegnare questa disciplina agli artisti.

Tutti gli autori ora menzionati attribuiscono alla prospettiva il preciso compito di determinare le regole tecniche onde costruire un disegno esatto, quando siano dati l'oggetto e la posizione dell'occhio. Per risolvere tale compito, hanno anzitutto bisogno di una buona conoscenza della geometria classica; ma poi vanno al di là di essa, inoltrandosi in quel campo di indagini specifiche che oggi porta il nome di geometria descrittiva. Essi non posseggono ancora una visione sistematica di questa disciplina (che verrà elaborata solo alla fine del Settecento da Gaspard Monge), ma ne introducono alcune nozioni fondamentali e alcuni metodi caratteristici che adoperano con grande perizia. Così riescono a dipingere quadri o a progettare opere architettoniche, che soddisfano pienamente il nuovo gusto dell'epoca. Pur riprendendo temi delle antiche opere romane, raggiungono una autentica originalità. La loro passione per la purezza geometrica, che si traduce in esattezza di proporzioni, in armonioso equilibrio delle parti entro il tutto, dimostra che, in essi, la concezione artistica e quella scientifica si sono compenstrate perfettamente una con l'altra, senza alcuna frattura.

Proprio questa perfetta compenetrazione è stata forse uno degli elementi più stimolanti nella cultura del Quattrocento. Essa infatti è riuscita a sviluppare nel mondo umanistico – inizialmente così diffidente nei confronti del rigore geometrico – una nuova disposizione d'animo verso la matematica, di cui bisognava ormai riconoscere l'apporto essenziale alla stessa creatività artistica.

Va inoltre sottolineato che la matematica rivelava qui il proprio valore, non tanto da un punto di vista filosofico astratto (come espressione della divina armonia dell'universo) quanto da un punto di vista umano, cioè come strumento

indispensabile *all'homo faber* per ideare e realizzare le più belle costruzioni di cui egli sia capace. Era un passo di fondamentale importanza per la riconquista di una profonda, concreta, unità della cultura.

IV . LEONARDO DA VINCI

La produzione artistica di Leonardo da Vinci (1452-1519) è notissima. Non altrettanto può dirsi tutt'oggi dei suoi contributi al rinascere della scienza. Gli è che questi contributi non vennero da lui raccolti in qualche opera sistematica, ma lasciati in forma di appunti disorganici, spesso di semplici annotazioni suggerite dagli argomenti più diversi che si presentavano alla sua riflessione. Esiste sì un *Trattato della pittura* che porta il suo nome, pubblicato per la prima volta nel 1651, ma è opera di un suo allievo, che lo compilò su passi del maestro. È certo tuttavia che, seppure allo stato di appunti, i pensieri di Leonardo dovettero circolare largamente nel Cinquecento, esercitando un'influenza tutt'altro che trascurabile su quanti si occupavano di ricerche scientifiche. In tempi recenti, sono stati in buona parte pubblicati e formano oggetto di approfonditi studi da parte degli storici dell'arte, della scienza, e in generale della cultura. Di particolare importanza è il cosiddetto *Codice atlantico*, di cui si cominciarono a pubblicare ventiquattro tavole scelte nel 1872; l'edizione completa in otto volumi venne poi eseguita fra il 1891 e il 1904 a cura dell'accademia dei Lincei.

L'interesse dell'opera di Leonardo, dal punto di vista della storia del pensiero filosofico-scientifico è enorme. In lui confluiscono vari filoni culturali: innanzitutto quello che si stava maturando nel mondo dei tecnici e del quale abbiamo parlato nei primi paragrafi di questo capitolo; in secondo luogo quello dei cosiddetti fisici parigini, che, come sappiamo dalla sezione II, era stato introdotto in Italia da Biagio Pelacani; in terzo luogo il filone neoplatonico degli umanisti, da cui Leonardo attinge alcune idee fondamentali come il parallelo fra l'uomo e l'universo. Va però notato che egli fonda questo parallelo più su analogie fra la costituzione materiale del corpo umano e quella del mondo, che non su considerazioni filosofiche generali: inoltre respinge la concezione animistica dell'universo, ammettendo sì che esso provenga da dio, ma interpretando in senso meccanicistico l'ordine impresso da dio al mondo. Per quanto riguarda l'anima, egli si rifiuta di entrare nelle discussioni metafisico-teologiche sulla sua natura e le sue funzioni, lasciandone la teorizzazione ai frati «li quali per ispirazione sanno tutti li segreti».

Di particolarissima importanza è la sua concezione del sapere scientifico e del metodo che occorre seguire per conquistarlo. Dal punto di vista metodologico, egli può venir considerato un precursore di Galileo, per l'importanza essenziale attribuita sia all'esperienza che alla matematica; anzi, non si può escludere che Galileo, nell'elaborazione del suo metodo matematico-sperimentale, abbia proprio subito, sia pure indirettamente, l'influenza di Leonardo. Ma per comprendere

meglio la concezione leonardesca della scienza, sarà bene riassumere brevemente alcuni dei maggiori contributi scientifici da lui lasciati.

Cominciando dalla meccanica, di cui Leonardo si occupò innumerevoli volte sia dal punto di vista teorico che da quello applicativo, va subito segnalata la sua geniale intuizione del principio di inerzia. Abbiamo detto «intuizione», e non «scoperta», poiché Leonardo non giunse propriamente alla formulazione di tale principio, né poteva giungervi essendo rimasto costantemente legato alla teoria dell'*impetus*, di provenienza parigina.

Come sappiamo, questa teoria affermava che, allorché un motore imprime a un corpo un determinato movimento, gli fornisce con ciò stesso una realtà – l'impeto – che sarà la causa del proseguimento del moto. Questa realtà sarebbe proporzionale al peso del mobile e alla sua velocità. Orbene, mentre i creatori della teoria dell'impeto immaginavano che la quantità di impeto, posseduta all'inizio dal mobile, andasse via via estinguendosi, Leonardo sostenne invece che essa rimaneva naturalmente immutata (e di conseguenza rimaneva invariabile il moto del corpo), salvo a disperdersi per effetto di forze esterne agenti da freno. Non è ancora l'enunciato esatto del principio di inerzia, ma è senza dubbio una notevolissima approssimazione di esso. Basti pensare all'intuizione che ne aveva avuto Democrito, per comprendere l'enorme progresso costituito dall'enunciato di Leonardo.

Sempre restando nel campo della meccanica, va inoltre ricordato che Leonardo intuì pure il principio della composizione delle forze e quello del piano inclinato, da lui assunto come base per la spiegazione del volo degli uccelli. La cosa veramente meravigliosa è che queste intuizioni non restano, in lui, su di un piano esclusivamente teorico, ma si traducono immediatamente in tentativi di realizzazione o per lo meno di progettazione tecnica. Sono progetti che egli illustra con accuratissimi disegni, sui quali tenta di variare ora un particolare ora un altro, traendone motivo per nuove riflessioni scientifiche. È la prima volta nella storia dell'umanità che la dialettica tecnica-scienza viene attuata con tanta consapevolezza: ciascuna delle due fornisce all'altra ausili, suggerimenti, motivi di seria meditazione.

Passando dalla meccanica agli altri campi della fisica, basterà menzionare due genialissimi risultati: l'intuizione dell'analogia fra il fenomeno della luce e i fenomeni ondulatori, e la scoperta del principio dei vasi comunicanti (sia per il medesimo liquido che per liquidi diversi). Quest'ultima scoperta si ricollega alle approfondite indagini che Leonardo compì nel campo dell'idraulica applicata, raggiungendovi una perizia senza dubbio notevolissima per la sua epoca, perizia che egli mise a disposizione dei più attivi e intraprendenti principi della sua epoca (in particolare di Ludovico il Moro). Fra i suoi numerosi progetti o lavori idraulici ricordiamo: la partecipazione alla bonifica della Lomellina; il progetto di serraglio mobile sull'Isonzo per poter allagare, in caso di guerra, la pianura padana; gli studi sulla sistemazione dell'Adda e del canale della Martesana, ecc.

Né meno geniali e anticipatrici furono le scoperte di Leonardo in altri campi della scienza. In geologia spiegò l'origine dei fossili. In astronomia intuì che la

Terra può venire considerata come una stella, ed anzi si propose di dimostrare che essa deve riflettere la luce in modo analogo a quanto fa la Luna. In anatomia, descrisse la struttura e il funzionamento dell'occhio, fece parecchie osservazioni esattissime sulla circolazione del sangue, studiò i muscoli del cuore di segnandone le valvole. L'interessante di questi studi di anatomia, è che Leonardo li compiva in vista di un doppio fine: per conoscere meglio la natura e nel contempo per migliorare le proprie capacità di artista. D'altra parte proprio queste capacità gli permettevano di riprodurre in disegno le cose osservate, con una precisione e una fedeltà eccezionali. Se non possiamo scindere in lui il tecnico dallo scienziato, ancor meno possiamo scindere lo scienziato dall'artista.

L'uso sistematico del disegno per studiare i fenomeni naturali pone in luce uno dei caratteri essenziali del metodo scientifico di Leonardo: metodo che non consiste mai nella pura osservazione, ma nella interrogazione della natura, nel tentativo di riprodurla, di immaginare il meccanismo dei suoi processi, di riconfrontare poi immediatamente queste «immaginazioni» con la realtà. In ciò egli poteva valersi dell'eccezionale potenza della propria fantasia, che utilizzava non meno nella scienza che nell'arte; con la differenza che, quando la utilizzava nella ricerca scientifica, si sforzava subito di precisarla e razionalizzarla con l'uso della matematica.

Già abbiamo ricordato la straordinaria competenza di Leonardo nel campo dell'ingegneria idraulica. Bisogna però aggiungere che egli seppe ideare nuovi geniali dispositivi per tutti i campi allora noti della produzione, anche assai distanti dall'idraulica: dalla fabbricazione delle armi alla progettazione di opere difensive, dall'industria tessile all'industria tipografica. Ciò che ha ricavato dai suoi studi di idraulica, e che non perderà mai di vista, è la consapevolezza dell'importanza dell'energia idraulica come forza motrice: il problema centrale per potenziare e perfezionare qualunque campo della produzione sarà, a suo parere, quello di sfruttare al massimo tale energia, da un lato con la regolamentazione delle acque, dall'altro con la costruzione di macchine motrici sempre più efficienti.

Ovviamente, nel suo straordinario fervore di idee, Leonardo non può non cadere talvolta in errori. Ciò che senza dubbio gli nuoce – come abbiamo già osservato a proposito del principio di inerzia – è il suo trovarsi condizionato da vecchie teorie, che egli eredita dalla tradizione medievale. A svincolarsi almeno praticamente da esse gli sono però di ausilio le letture dei classici, in specie di Archimede, che egli assunse a propria guida e modello.

Ciò che lo attira in Archimede è la sua mentalità di «scienziato-ingegnere» che interpreta la scienza non come scienza di spiegazioni generali, ma come studio di problemi ben determinati, come ricerca di strumenti per intervenire concretamente sulla natura, per riprodurla, per correggerla, per dominarla.

Certamente la sostituzione di Archimede ad Aristotele non significava ancora elaborazione di una nuova filosofia, da sostituire a quella aristotelica. Significava però graduale maturazione di una nuova coscienza dei veri compiti di una qualunque seria indagine conoscitiva. Proprio questa coscienza avrebbe poi

costretto i filosofi a porre in crisi tutti i vecchi sistemi (e non solo quello aristotelico) per aprire la via a nuovi più moderni indirizzi di pensiero.

